

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 195 45 001 A1

⑯ Int. Cl. 5:  
B 60 T 8/84  
B 60 T 8/82  
B 62 D 37/00

DE 195 45 001 A1

⑯ Aktenzeichen: 195 45 001.9  
⑯ Anmeldetag: 2. 12. 95  
⑯ Offenlegungstag: 5. 6. 97

⑯ Anmelder:  
WABCO GmbH, 30453 Hannover, DE

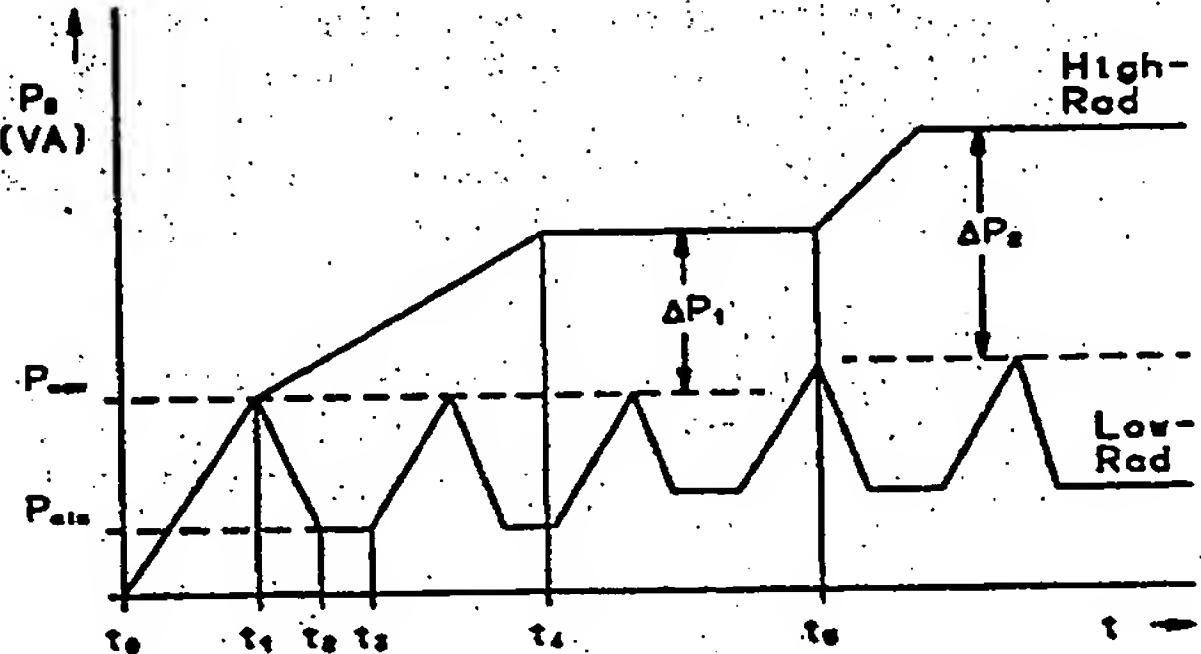
⑯ Erfinder:  
Rosendahl, Hartmut, 30167 Hannover, DE; Rode, Konrad, 30926 Seelze, DE; Köster, Harald, 30451 Hannover, DE; Friederichs, Otto, 30823 Garbsen, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 40 12 168 C2  
DE 39 19 347 C2  
DE 44 40 049 A1  
DE 44 08 235 A1  
DE 42 25 983 A1  
DE 41 14 734 A1  
DE 39 25 828 A1  
DE 38 26 753 A1  
DE 28 55 326 A1  
DE 24 60 309 A1  
WO 92 19 478 A1

⑯ Verfahren zur Giermoment-Abschwächung bei einem Antiblockiersystem

⑯ Es wird ein Verfahren zur Giermoment-Abschwächung bei einem Antiblockiersystem (ABS) in einem Fahrzeug vorgeschlagen. Dabei werden die Bremsdrücke der einzelnen Räder (7) mittels Drucksensoren (8) erfaßt, und der ABS-Elektronik (9) zugeführt. Diese steuert die Bremsdrücke der Räder der Vorderachse derart, daß eine Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) im Mittel eingestellt wird. Diese Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) ist von der ABS-Elektronik (9) in Abhängigkeit von den Abregedrücken ( $P_{max}$ ) der Räder des Fahrzeugs, bei denen diese Blockierneigung zeigen, abänderbar. Hierdurch wird eine der Straße und der Beladung angepaßte Giermoment-Abschwächung erreicht, wodurch der Gesamt-Bremsweg des Fahrzeugs verkürzt wird.



DE 195 45 001 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04.97 702 023/384

7/24

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Giermoment-Abschwächung bei einem Antiblockiersystem in einem Fahrzeug gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Bei einer Abbremsung eines Fahrzeugs auf einer Fahrbahn, welche seitenweise unterschiedliche Reibwerte aufweist, entsteht bekanntlich ein Giermoment, welches das Fahrzeug in Richtung auf die Straßenseite mit dem höheren Reibwert hin abzulenken versucht. Diesem Effekt muß der Fahrer durch Gegenlenken begegnen. Dies kann jedoch für ungeübte Fahrer problematisch sein, insbesondere dann, wenn das Giermoment durch ungünstige Umstände besonders hoch ausfällt. Solche Umstände können z. B. ein kurzer Radstand des Fahrzeugs, eine geringe Beladung, besonders stark unterschiedliche Straßenverhältnisse wie z. B. Beton gegenüber Eis, und auch besonders starke Bremsmanöver, wie z. B. eine Bremsung mit regelndem Antiblockiersystem (ABS) sein.

Insbesondere bei mit einem ABS ausgerüsteten Fahrzeugen ist es deshalb bereits bekannt, daß bei einer Bremsung auf einer Straße mit seitenweise ungleicher Oberfläche ( $\mu$ -L-Split) entstehende Giermoment zunächst zeitlich verzögert aufzubauen und dann auf einen konstanten Wert zu begrenzen und damit die Stabilität des Fahrzeugs zu erhöhen und den Fahrer zu entlasten. Dies geschieht durch besondere Maßnahmen innerhalb der Elektronik des ABS (DE-OS 28 55 326).

Neuerdings sind Fahrzeuge mit sogenanntem elektronischen Bremssystem (EBS) bekannt, bei denen ein von einem Bremswertgeber stammender Sollwert als Bremsdruck in den Bremszylindern (Istwert) einregelbar ist (DE-OS 44 06 235). Auch diese Bremssysteme sind in der Regel mit einem ABS ausgestattet. Da hier zur Erfassung der Bremsdrücke Drucksensoren zur Verfügung stehen, ist es naheliegend, bei einem pneumatischen Bremssystem mit ABS die Bremsdruckdifferenzen ( $\Delta P$ ) zwischen dem Low-Rad auf der glatten Straßenseite und dem High-Rad auf der griffigen Straßenseite zu begrenzen und hiermit eine Giermoment-Abschwächung zu erzielen.

Schließlich ist ein konventionelles ABS bekannt (DE-OS 24 60 309), das mit Bremsdruck-Sensoren ausgerüstet ist. Dabei kann das High-Rad vom ABS-regelnden Low-Rad druckmäßig mitgesteuert werden, oder auch der Druck des High-Rades unter Wahrung einer zweckmäßigen mittleren Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) zum Druck des Low-Rades auf einem konstanten Wert gehalten werden.

Nachteilig an den bekannten Anordnungen ist nun, daß die Giermoment-Abschwächung konstant ist, d. h. nicht auf die jeweilige Straßenbeschaffenheit oder das jeweilige Fahrzeug abgestimmt ist. Der maximale Bremsdruck des High-Rades ist nach dem zeitlich verzögerten Aufbau nur von dem durch die Reibkraft des Low-Rades bestimmten Bremsdruckverlauf des Low-Rades abhängig und somit begrenzt. Hierdurch wird die für ein beherrschbares Fahrzeugverhalten maximal zulässige Bremskraft des High-Rades nicht immer ausreichend ausgenutzt. Es ist gegebenenfalls möglich, daß durch eine zu starke Unterbremsung des High-Rades bei wechselnder Beschaffenheit der Straßenoberfläche Bremsweg verschenkt wird.

Unter Umständen ist es aber auch möglich, daß die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) für kritische Fahrzeuge zu hoch ist, so daß diese dann vom Fahrer nur schwer oder

gar nicht beherrschbar sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Giermoment-Abschwächung bei einem Fahrzeug mit Antiblockiersystem anzugeben, welches einerseits den Fahrer von einem übermäßigen Gegenlenken entlastet, und andererseits den Bremsweg gegenüber den bekannten Systemen verkürzt.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 enthaltene Erfindung gelöst. Die Unteransprüche enthalten zweckmäßige Weiterbildungen.

Durch die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist eine Giermoment-Abschwächung möglich, die sich den wechselnden Straßenbeschaffenheiten und Fahrzeug-Typen bzw. -Beladungen selbstständig anpaßt und damit zur Verkürzung des Gesamt-Bremsweges beiträgt. Die Beherrschbarkeit des Fahrzeugs bleibt dabei erhalten.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Dabei zeigen

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild eines elektronischen Bremssystems (EBS) mit integriertem Antiblockiersystem (ABS);

Fig. 2 ein Diagramm, in welchem die Bremsdrücke (PB) eines Low-Rades und eines High-Rades der Lenkachse über der Zeit (t) aufgetragen sind.

In der Fig. 1 ist ein elektronisches Bremssystem (EBS) schematisch als Blockschaltbild dargestellt. Ein Bremswertgeber (1) mit elektrischem Signalausgang ist an einen Regler (2) (EBS-Elektronik) angeschlossen. Der vom Bremswertgeber (1) stammende Bremsdruck-Sollwert wird im Regler (2) mit einem Bremsdruck-Istwert verglichen, welcher von einem Drucksensor (6) in einem Bremszylinder (5) abgefühlt wird, und dem Regler (2) sowie der ABS-Elektronik (9) als Bremsdruck (PB) zurückgemeldet wird. Der Drucksensor (6) kann auch in einem Regelventil (3) angeordnet sein.

Die jeweilige Regelabweichung wird mittels des vom Regler (2) angesteuerten Regelventils (3), welches an einen Druckluftvorrat (4) angeschlossen ist, ausgeglichen. Mittels des genannten, stetig arbeitenden Regelventils (3) ist es möglich, den Druck im Bremszylinder (5) auf jeden gewünschten Wert von Null bis zum Behälterdruck im Druckluftvorrat (4) einzustellen.

Das dem Bremszylinder (5) zugeordnete Fahrzeugrad (7) ist mit einem Drehzahlsensor (8) versehen. Dieser ist an eine ABS-Elektronik (9) angeschlossen. Die beiden Elektroniken (2) und (9) können über Verbindungsleitungen Daten austauschen, oder aber das ABS ist als ein im EBS integrierter Bestandteil ausgeführt.

Falls die ABS-Elektronik (9) ein drohendes Blockieren des Rades (7) erkennt, gibt sie entsprechende Signale zum Regler (2), wodurch dieser veranlaßt wird, den zu hohen Bremsdruck abzusenken. Hierdurch wird das Rad vom Bremsdruck entlastet und erhält Gelegenheit, wieder anzulaufen. Sobald sich die Radgeschwindigkeit wieder der Fahrzeuggeschwindigkeit angeglichen hat, kann das Rad wieder mit Bremsdruck beaufschlagt werden. Hierdurch ergeben sich Druck-Regelzyklen, die im Durchschnitt eine Frequenz von etwa 1 Hz aufweisen.

In der Fig. 2 ist ein Diagramm dargestellt, in welchem über der Zeit (t) die Bremsdrücke (PB) der Räder der Lenk- bzw. Vorderachse (VA) aufgetragen sind. Wie man erkennt, steigert sich der Bremsdruck ausgehend vom Zeitpunkt ( $t_0$ ), dem Beginn der Bremsung, zunächst für beide Räder der Vorderachse, nämlich dem auf der griffigen Straßenseite laufenden High-Rad und dem auf der glatten Straßenseite laufenden Low-Rad, gleichar-

tig.

Zum Zeitpunkt  $t_1$  erkennt das ABS (9) eine Blockierneigung des Low-Rades und veranlaßt eine Bremsdruckabsenkung im Bremszylinder des Low-Rades, die bis zum Zeitpunkt  $t_2$  andauert. Der Bremsdruck zum Zeitpunkt  $t_1$  ist der sogenannte Abregeldruck ( $P_{max}$ ). Es schließt sich eine Druckhaltephase für das Low-Rad an, bis im Zeitpunkt ( $t_3$ ) mit einer erneuten Drucksteigerung beim Low-Rad ein neuer Regelzyklus beginnt.

Währenddessen steigt der Bremsdruck im High-Rad weiter an, bis er durch die erfahrungsgemäß Giermoment-Abschwächung im Zeitpunkt ( $t_4$ ), sobald nämlich eine mittlere Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) zum Low-Rad erreicht ist, konstant gehalten wird. Der Bremsdruckanstieg kann, wie dargestellt, durch entsprechende Signale des ABS (9) zeitlich verzögert werden, um den Giermomentaufbau bei Bremsbeginn zu verlangsamen.

Die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) ist in der Fig. 2 als Abstand zum Abregeldruck ( $P_{max}$ ) des Low-Rades dargestellt. Sie könnte aber auch als Abstand zu einem mittleren Bremsdruck des Low-Rades, z. B.  $(P_{max} + P_{min})/2$  ( $P_{min}$  = Haltedruck), oder als Abstand zum jeweils vorliegenden Bremsdruck des Low-Rades definiert sein.

Die eingeregelte Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) ist nun nicht, wie bisher üblich, konstant, sondern erfahrungsgemäß im wesentlichen abhängig von den Abregeldrücken ( $P_{max}$ ) der regelnden Fahrzeugräder, d. h. derjenigen Fahrzeugräder, bei denen die ABS-Regelung gerade arbeitet (Low-Räder). Hierdurch ergibt sich ein variables Verhalten, welches sowohl die Straßenbeschaffenheit als auch das Fahrzeuggewicht berücksichtigt. Versuche und theoretische Überlegungen haben gezeigt, daß das für die Beherrschbarkeit des Fahrzeugs zulässige, am Fahrzeug angreifende Giermoment und damit die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) um so größer sein darf, je größer das Fahrzeuggewicht und auch je größer der Reibwert zwischen Reifen und Fahrbahn ist.

Wie man in Fig. 2 erkennt, wird im Zeitraum von  $t_4$  bis  $t_5$  eine Bremsdruckdifferenz  $\Delta P_1$  eingestellt. Ab dem Zeitraum  $t_5$ , wo sich die Straßenverhältnisse verbessert haben, was am höheren Abregeldruck  $P_{max}$  des Low-Rades erkennbar ist, wird eine höhere Bremsdruckdifferenz  $\Delta P_2$  eingestellt. Der Bremsdruck des High-Rades wird also entsprechend erhöht.

Hierdurch ergibt sich der bereits erwähnte verkürzte Bremsweg.

Im einfachsten Falle ist die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) proportional dem Abregeldruck ( $P_{max}$ ) des Low-Rades. Dies hat den Vorteil, daß bei besseren Straßenverhältnissen sich durch die höhere Ausnutzung der Bremswirkung des High-Rades ein kürzerer Bremsweg des Fahrzeugs ergibt.

Es kann auch zweckmäßig sein, die zulässige Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) proportional der Differenz aus dem höchsten und dem niedrigsten Abregeldruck ( $P_{max}$ ) der beiden Räder der Hinterachse zu berechnen. Dies hat den Vorteil, daß die Beladung des Fahrzeugs, welche in die Abregeldrücke der Hinterachse eingeht, besonders gut berücksichtigt wird. Durch die beschriebene Berechnung ergibt sich, daß mit steigender Beladung die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) steigt. Dies ist zweckmäßig, da erfahrungsgemäß ein beladenes Fahrzeug bei  $\mu$  Split-Reibwerten leichter beherrschbar ist als ein unbeladenes.

Zweckmäßig kann auch sein, daß die zulässige Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) proportional dem Quotienten aus dem höchsten und dem niedrigsten Abregeldruck ( $P_{max}$ ) der beiden Räder der Hinterachse bzw. Antriebsachse

gebildet wird.

Es kann auch zweckmäßig sein, die zulässige Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) proportional zur Summe der Abregeldrücke ( $P_{max}$ ) der beiden Räder der Hinterachse zu berechnen.

Weiterhin kann es zweckmäßig sein, die zulässige Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) proportional zur Summe der Abregeldrücke ( $P_{max}$ ) der beiden Räder der Hinterachse und dem zweifachen Werte des Abregeldruckes ( $P_{max}$ ) des Low-Rades der Lenkachse zu berechnen.

Die oben beschriebenen Zusammenhänge von Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) und Abregeldruck ( $P_{max}$ ) können auch als Zusammenhänge zu den mittleren Bremsdrücken der regelnden Fahrzeugräder, z. B.  $(P_{max} + P_{min})/2$  definiert sein.

All diese Varianten ergeben andere Lenk-Charakteristiken des Fahrzeugs auf einer  $\mu$  Split-Fahrbahn und können gegebenenfalls auch vom Fahrzeughersteller durch entsprechende Parametrierung der Elektronik nach Wunsch ausgewählt werden. Die erforderlichen Berechnungen werden ausgeführt von den in den Elektroniken (2, 9) enthaltenen Mikrocomputern.

Der Bremsdruck des High-Rades der Lenkachse wird eingeregelt als Summe des Abregeldruckes ( $P_{max}$ ) am Low-Rad der Lenkachse und der berechneten Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) (siehe Fig. 2).

Der Bremsdruck des High-Rades der Lenkachse kann auch eingeregelt werden als Summe des jeweiligen Bremsdrucks am Low-Rad der Lenkachse und der berechneten Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ).

Bei Fahrzeugen mit einer liftbaren Achse verringert sich die Radlast der Nachbarachse, wenn die Liftachse abgesenkt wird. Durch die Verringerung der Achslast der Antriebsachse verringern sich auch die Abregeldrücke der Antriebsachse. Damit würde gemäß den oben vorgestellten Verfahren die zugelassene Bremsdruckdifferenz an den Rädern der Lenkachse verringert werden, obwohl aufgrund der abgesenkten Liftachse das Fahrzeug auf  $\mu$ -split Reibwerten stabiler bremst, also eher eine höhere Bremsdruckdifferenz  $\Delta P$  an den Rädern der Lenkachse möglich wäre, ohne daß das Fahrzeug unbeherrschbar würde. Diesem Nachteil kann zweckmäßig begegnet werden, indem durch ein geeignetes Verfahren eine abgesenkte Liftachse erkannt wird. Dies kann z. B. über eine Sensierung erfolgen, deren Werte an die EBS- oder ABS-Elektronik übergeben werden. Hierdurch ist es möglich, bei als abgesenkt erkannter Liftachse den Wert für die zulässige Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) an den Rädern der Lenkachse entsprechend zu erhöhen.

Schließlich kann es auch noch zweckmäßig sein, zusätzlich auch die Bremsdruckdifferenz der Bremsdrücke der beiden Räder der Hinterachse zu begrenzen. Auch hierbei kann dann die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) nach einer der oben beschriebenen Varianten berechnet werden. Die Begrenzung an der Hinterachse bietet sich besonders bei solchen Fahrzeugen an, welche auf  $\mu$  Split-Fahrbahnen besonders instabil sind, wie z. B. Zugfahrzeuge von Sattelschleppern, die ohne Auflieger gefahren werden.

Die oben beschriebene Erfindung ist selbstverständlich auch bei Fahrzeugen mit mehr als einer Lenkachse oder mehr als einer Hinterachse entsprechend anwendbar.

#### Patentansprüche

##### 1. Verfahren zur Giermoment-Abschwächung bei

einem Antiblockiersystem (ABS) in einem Fahrzeug, wobei die Bremsdrücke (PB) der Räder (7) mittels Drucksensoren (6) erfaßt werden, und die ABS-Elektronik (9) durch die Ausgangssignale der Drucksensoren (6) derart beeinflußt wird, daß zwischen den Bremsdruckverläufen am High-Rad und am Low-Rad der Lenkachse eine Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) im Mittel nicht überschritten wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) von der ABS-Elektronik (9) abhängig von den Abregeldrücken ( $P_{max}$ ) der Fahrzeugräder, bei denen eine ABS-Regelung läuft, berechnet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) proportional dem Abregeldruck des Low-Rades der Lenkachse ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) proportional der Differenz aus dem höchsten und dem niedrigsten Abregeldruck ( $P_{max}$ ) der beiden Räder der Hinterachse ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) proportional dem Quotienten aus dem höchsten und dem niedrigsten Abregeldruck ( $P_{max}$ ) der beiden Räder der Hinterachse ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) proportional der Summe der Abregeldrücke ( $P_{max}$ ) der beiden Räder der Hinterachse ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) proportional der Summe der Abregeldrücke ( $P_{max}$ ) der beiden Räder der Hinterachse und dem zweifachen Wert des Abregeldruckes ( $P_{max}$ ) des Low-Rades der Lenkachse ist.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zulässige Bremsdruck des High-Rades der Lenkachse berechnet wird als Summe des Abregeldruckes ( $P_{max}$ ) am Low-Rad der Lenkachse und der berechneten Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ).

8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zulässige Bremsdruck des High-Rades der Lenkachse berechnet wird als Summe des Bremsdrucks am Low-Rad der Lenkachse und der berechneten Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ).

9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der zulässige Bremsdruck des High-Rades der Lenkachse bei Beginn einer ABS-Regelung berechnet wird als Summe des Bremsdrucks am Low-Rad der Lenkachse und der berechneten Druckdifferenz und nach einer bestimmten vorgebbaren Zeit als Summe des Abregeldrucks ( $P_{max}$ ) des Low-Rades der Lenkachse und der berechneten Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ).

10. Verfahren nach einem oder mehreren Ansprüchen 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß statt der Abregeldrücke ( $P_{max}$ ) jeweils mittlere Bremsdrücke des Low-Rades zur Berechnung der Bremsdruckdifferenzen ( $\Delta P$ ) verwendet werden.

11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 10, bei einem Fahrzeug mit Liftachse, dadurch gekennzeichnet, daß durch ein geeignetes Verfahren die Liftachsstellung erkannt wird, und der Wert für die Bremsdruckdif-

ferenz ( $\Delta P$ ) bei abgesenkter Liftachse höher als bei angehobener Liftachse eingestellt wird.

12. Verfahren Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß in die Ermittlung des Wertes für die Bremsdruckdifferenz ( $\Delta P$ ) bei abgesenkter Liftachse der Quotient

Achslast Liftachse + Achslast Antriebsachse/ Achslast Antriebsachse eingeht.

13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich auch die Differenz ( $\Delta P$ ) der Bremsdrücke der Räder der Hinterachse oder Hinterachsen begrenzbar ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

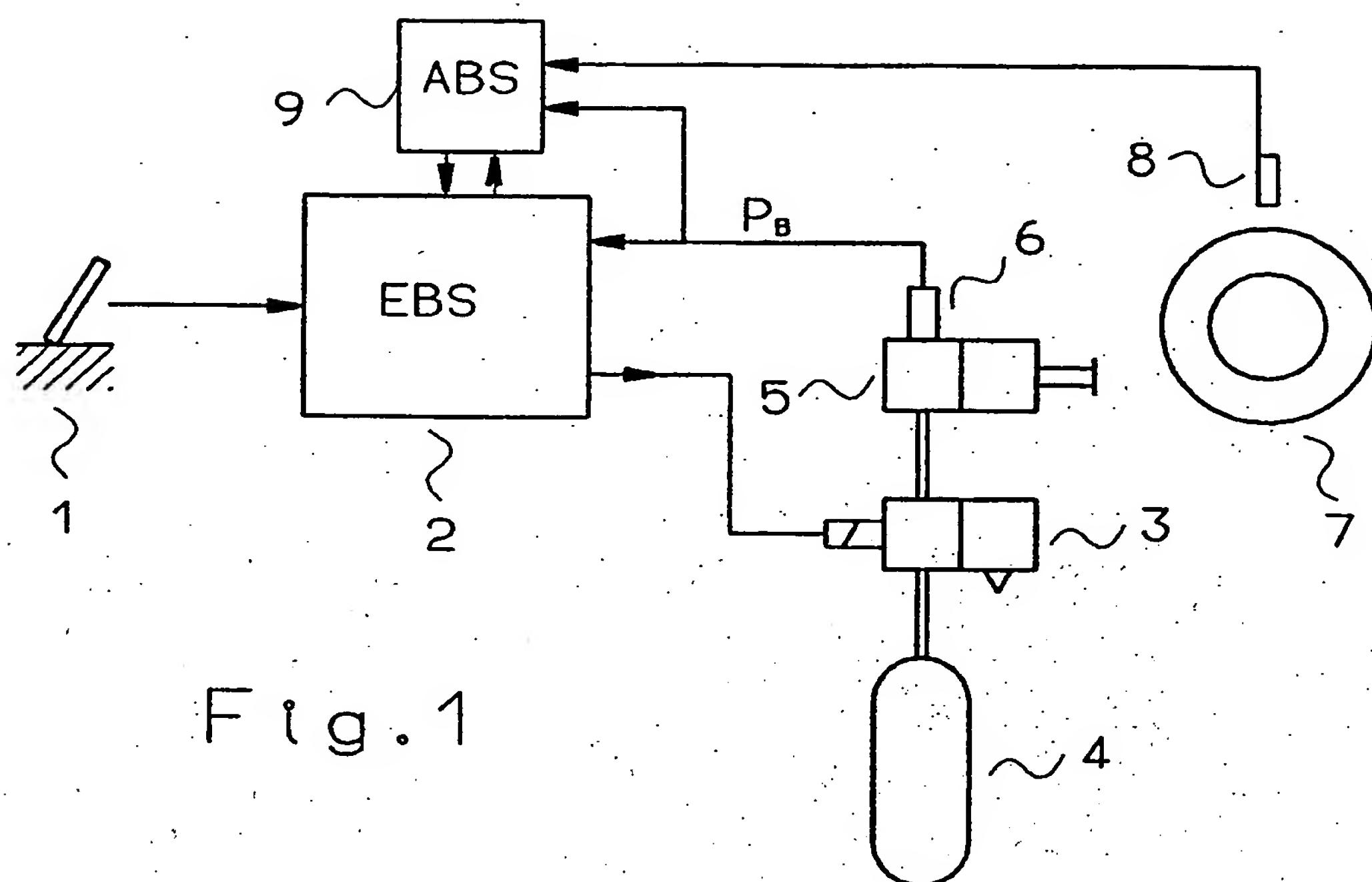


Fig. 2

